



PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **05144632 A**

(43) Date of publication of application: 11.06.93

(51) Int. Cl

H01F 7/02**H01F 3/10**

(21) Application number: 03306318

(22) Date of filing: 21.11.91

(71) Applicant: **KAWASAKI STEEL CORP**(72) Inventor:
NAKATSUKA SATORU
TANAKA ITSURO
NUSHISHIRO KOICHI(54) **BIPOLAR CYLINDRICAL MAGNET**

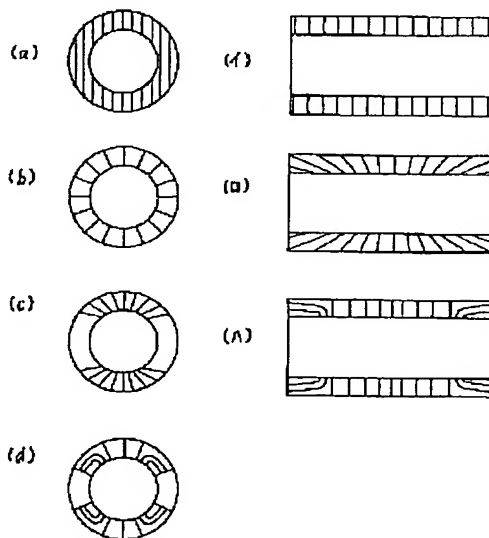
magnet after magnetizing step to be improved.

(57) Abstract:

COPYRIGHT: (C)1993,JPO&Japio

PURPOSE: To improve the surface magnetic field on an effective working surface by a method wherein a magnetic circuit device in magnetic field-oriented metallic mold type is used so as to focuss the magnetic powder particles in a cylindrical magnet in a specific region.

CONSTITUTION: Within the title cylindrical magnet, the two opposing regions out of peripheral transversing surfaces of the cylinder taking O shape are assumed as working surfaces while the easily magnetizing axle of magnetic powder particles in the long directional section including the working surfaces and axial core is focuss-oriented in the central region of the working surfaces or the central region of working surface arc or the easily magnetizing axle of magnetic powder particles in the traverse working surface region of the magnet is focus-oriented in the central region of the working surface arc. Through these procedures, the magnetic powder particles can be effectively focuss-oriented in the central region of the inside working surfaces thereby enabling the surface magnetic field and motor torque in the effective working surfaces of permanent



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平5-144632

(43)公開日 平成5年(1993)6月11日

(51)Int.Cl.⁵H 0 1 F 7/02
3/10

識別記号

Z

庁内整理番号

7135-5E
4231-5E

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数3(全 10 頁)

(21)出願番号 特願平3-306318

(22)出願日 平成3年(1991)11月21日

(71)出願人 000001258

川崎製鉄株式会社
兵庫県神戸市中央区北本町通1丁目1番28号

(72)発明者 中塚 哲

東京都千代田区内幸町2丁目2番3号 川崎製鉄株式会社東京本社内

(72)発明者 田中 逸郎

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

(72)発明者 主代 晃一

千葉県千葉市川崎町1番地 川崎製鉄株式会社技術研究本部内

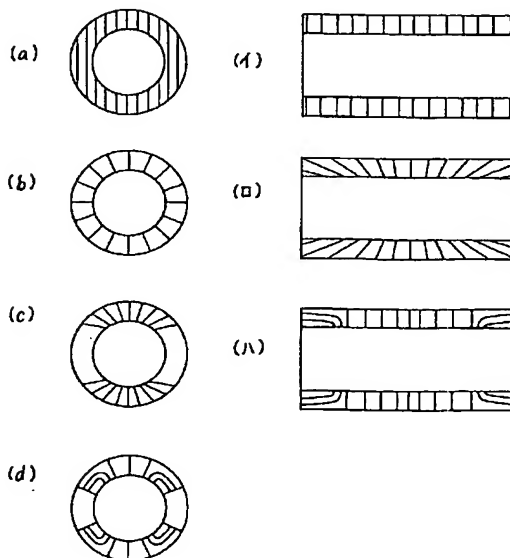
(74)代理人 弁理士 杉村 暁秀 (外5名)

(54)【発明の名称】 2極円筒状磁石

(57)【要約】

【構成】 横断面が○型形状になる円筒の内周面のうち対向する2領域を作用面とする円筒状磁石において、該磁石の作用面及び軸心を含む長手方向断面における磁粉粒子の磁化容易軸の配向方向を、作用面の中央域に集束させる。

【効果】 円筒状磁石の有効作用面における表面磁界及びモータートルクを従来よりも格段に向上させることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 横断面が○型形状になる円筒の内周面のうち対向する2領域を作用面とする円筒状磁石であって、該磁石の作用面及び軸心を含む長手方向断面における磁粉粒子の磁化容易軸が、作用面の中央域に集束配向してなる2極円筒状磁石。

【請求項2】 横断面が○型形状になる円筒の内周面のうち対向する2領域を作用面とする円筒状磁石であって、該磁石の横断面の作用面領域における磁粉粒子の磁化容易軸が、作用面円弧の中央域に集束配向してなる2極円筒状磁石。

【請求項3】 横断面が○型形状になる円筒の内周面のうち対向する2領域を作用面とする円筒状磁石であって、該磁石の作用面及び軸心を含む長手方向断面における磁粉粒子の磁化容易軸が、作用面の中央域に集束配向し、かつ該磁石の横断面の作用面領域における磁粉粒子の磁化容易軸が、作用面円弧の中央域に集束配向してなる2極円筒状磁石。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 この発明は、長軸モーターの永久磁石型ステーターやアウターローター等の用途に供して好適な2極円筒状磁石に関し、特にその内側作用面における表面磁界の向上を図ったものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、長軸モーターに使用される2極円筒状磁石としては、該磁石の磁粉粒子の磁化容易軸の配向方向が、横断面においては図1(a)、(b)に示す方位になり、また長手方向断面においては図1(イ)に示す方位になるものが、用いられてきた。同図中、細線は磁粉粒子の磁化容易軸の配向方向であり、通常、同図(a)はアキシヤル型配向、同図(b)はラジアル型配向と呼ばれている。

【0003】 ところで、かかる2極円筒状磁石をステーターとして実際にモーターに組み込んだ場合、その軸方向における実質作用幅は、図2に記号aで示すとおりであって、軸受け10、ワッシャー11、板ばね12及びブラシ13等に相当する領域は有効利用が図られてはいなかった。なお図中番号14は円筒状磁石、15はローター磁極、16はローター励磁コイル、17はシャフト、18は強磁性体ケースである。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】 この発明は、上記の問題を有利に解決するもので、従来、有効利用が図られていなかった円筒状磁石の両端部を有効に活用し、ローター磁極がステーター内側を回転し実際に通過する領域、すなわち有効作用面における表面磁界を効果的に向上させることにより、実質的にギャップの磁束密度を向上させ、もってモーターのトルクを向上させることができる2極円筒状磁石を提案することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】 すなわちこの発明は、横断面が○型形状になる円筒の内周面のうち対向する2領域を作用面とする円筒状磁石であって、該磁石の作用面及び軸心を含む長手方向断面における磁粉粒子の磁化容易軸が、作用面の中央域に集束配向してなる2極円筒状磁石（第1発明）である。

【0006】 またこの発明は、横断面が○型形状になる円筒の内周面のうち対向する2領域を作用面とする円筒状磁石であって、該磁石の横断面の作用面領域における磁粉粒子の磁化容易軸が、作用面円弧の中央域に集束配向してなる2極円筒状磁石（第2発明）である。

【0007】 さらにこの発明は、横断面が○型形状になる円筒の内周面のうち対向する2領域を作用面とする円筒状磁石であって、該磁石の作用面及び軸心を含む長手方向断面における磁粉粒子の磁化容易軸が、作用面の中央域に集束配向し、かつ該磁石の横断面の作用面領域における磁粉粒子の磁化容易軸が、作用面円弧の中央域に集束配向してなる2極円筒状磁石（第3発明）である。

【0008】

【作用】 この発明では、成形金型の磁気回路に工夫を加え、磁石材料中における磁粉粒子の配向方向を制御することによって、円筒状磁石の実質的な作用面における表面磁界の向上を図るものである。具体的に述べると、第1発明については、図1(ロ)、(ハ)に示すように、長手方向断面における磁粉粒子の磁化容易軸の配向方向を、外周面から中央域に直線的に集束させる（単純集束配向）か、または外周面中央部及び両端面から中央部に集束させる（両端部側面集束配向）のである。なお図示は省略したが、長手方向における両端部近傍のみの磁粉粒子の磁化容易軸を、内側作用面に単純に集束配向させるようにしてもよい。なおこのとき、磁石横断面における磁粉粒子の配向方向は特に限定されることはなく、従来公知のいわゆるアキシヤル型配向（図1(a)）やラジアル型配向（同図(b)）であっても良い。

【0009】 次に、第2発明については、図1(c)、(d)に示すように、横断面の作用面領域における磁粉粒子の磁化容易軸の配向方向を、単純集束配向か、または両端部側面集束配向とするのである。このときも、長手方向断面における磁粉粒子の配向方向は特に限定されることはなく、図1(イ)に示したようなアキシヤル型配向であっても良い。

【0010】 第3発明は、磁石の長手方向断面及び横断面とも、磁粉粒子の磁化容易軸の配向方向を、単純集束配向か、または両端部側面集束配向としたものである。このようにして磁粉粒子の配向方向を、磁石の内側湾曲面の実質的な作用面に集束させることにより、着磁後における磁束を有効に絞ることができ、その結果磁石の実質的な作用面における表面磁界を格段に向上させることができ、ひいてはモータートルクの向上を図ることができ

るのである。

【0011】図3、4に、かかる異方性円筒状磁石を直流モーターのステーターとして組み込んだ状態を示す。前掲図2と図3、4とを対比すれば明らかなように、実質的な作用面に対し、図1（イ）に示された従来磁石では無駄な磁束が存在するのにに対し、図1（ロ）、（ハ）に示される発明磁石では全ての磁束が実質的作用面に集束して配向しており、従ってより高いギャップ磁束密度が得られるのである。なお同様に、横断面が図1

（c）、（d）に示したような発明磁石を用いた場合にも同様に高いギャップ磁束密度が得られ、さらにはこれらと長手方向断面が上記図1（ロ）、（ハ）に示したものを組み合わせた場合には、より一層高いギャップ磁束密度が得られる。

【0012】この発明の磁石材料としては、焼結磁石及び合成樹脂磁石いずれもが利用できる。たとえば焼結磁石及び合成樹脂磁石における磁粉としては、フェライト系、アルニコ系、サマリウム-コバルト系、ネオジウム-鉄-ボロン系など既に知られたものがいずれもが利用できる。また磁粉粒子の平均粒径についても、既に知られた範囲で使うことができる。たとえばフェライト系では1.5 μm 、希土類系では10~50 μm が一般的である。

【0013】また合成樹脂についても従来公知のものが利用できる。たとえばポリアミド12、ポリアミド6などのポリアミド系合成樹脂や、ポリ塩化ビニル、その酢酸ビニル共重合体、MMA、PS、PPS、PE、PP等の単独又は共重合したビニル系合成樹脂や、ウレタン、シリコン、ポリカーボネート、PBT、PET、PEEK、CPE、ハイパロン、ネオプレン、SBR、NBR等の合成樹脂、又はエポキシ系、フェノール系等の熱硬化合成樹脂が利用できる。さらに磁粉とバインダーである合成樹脂の配合比率は、用途にもよるが一般的には磁粉：40~70 vol%とすることが望ましい。なおその他にも、従来から常用される可塑剤や滑剤、抗酸化剤、表面処理剤などを目的に応じて適量使用できるのはいくつかでもない。

【0014】次に、この発明に係る磁場配向成形金型の磁気回路装置について説明する。図5は、図1（ロ）に示した長手方向断面が単純集束配向になる円筒状磁石を製造する場合に対応するもので、図中番号1はダイ2に設けたキャビティ、3は主極、4は中間磁極、5は対極、6はヨーク、7は励磁コイルである。ここに主極3及び対極5は円筒状キャビティ1の長さと同等又は幾分長めに設定される一方、中間磁極4は、主極3や対極5よりも短くて実質的な作用面幅と同じ長さに設定されている。

【0015】さて図5に示したところにおいて、たとえば射出成形によって円筒状キャビティ1内に導入された合成樹脂磁石材料が軟化状態にある内に、該磁石材料に

対して磁場を印加すると、磁力線は円筒状キャビティ1内において、一方の作用面領域の外周から、作用面内側の中央域に集束するように中間磁極4に抜け、ついでこの中間磁極4から他方の作用面領域の外周に向かい発散するように透過し、それ故磁石材料中の磁粉粒子の磁化容易軸が、この磁力線の方に沿って内側作用面の中央域に集束するように配向する結果、長手方向断面が図1（ロ）に示したような単純集束配向なる2極円筒状磁石が得られるのである。

【0016】図6に示す磁気回路装置は、図1（ハ）に示した長手方向断面が両端部側面集束配向になる円筒状磁石を製造する場合に対応するものであり、この場合には、主極3と対極5に補助磁極8を設け、円筒状キャビティ1の両端部からも磁場を印加できるようになっている。さて図6に示したところにおいて、円筒状キャビティ1内における磁力線は、一方の作用面領域の外周及び両端部から、作用面内側の中央域に集束するように中間磁極4に抜け、ついでこの中間磁極4から他方の作用面領域の外周に向かい逆の方向に透過する結果、長手方向断面が図1（ハ）に示したような両端部側面集束配向になる2極円筒状磁石が得られることになる。

【0017】以上、図5、6では、長手方向断面における磁粉粒子の配向方向について説明したが、横断面における配向方向について説明すると次のとおりである。図7に、図1（c）に示したような、横断面における磁粉粒子の配向方向がラジアル方向よりも内周側に集束するような単純集束配向になる円筒状磁石を製造する場合の磁気回路装置を示す。この装置では、主極3及び対極5の極幅に対して、内側作用面側の中間磁極4の極幅を狭くしたところに特徴がある。

【0018】さて図7に示したところにおいて、円筒状キャビティ1内における磁力線は、一方の作用面領域の円弧外周から、作用面円弧の中央域に集束するように中間磁極4に抜け、ついでこの中間磁極4から他方の作用面領域の円弧外周に向かって発散するように透過する結果、磁石材料中の磁粉粒子の磁化容易軸が、この磁力線の方に沿って内側円弧の中央域に集束するように配向するので、横断面が図1（c）に示したような単純集束配向なる2極円筒状磁石が得られるのである。

【0019】同様に、図8に示す磁気回路装置は、図1（d）に示した横断面が両端部側面集束配向になる円筒状磁石を製造する場合に対応するものであり、この場合には、主極3及び対極5それぞれの少し離れた両側に補助磁極9を設け、この補助磁極9が作用面の横断面両端部に一致するように配置とする。さて図8に示したところにおいて、円筒状キャビティ1内における磁力線は、前掲図6で述べたところと同様にして透過する結果、横断面が図1（d）に示したような両端部側面集束配向なる2極円筒状磁石が得られるわけである。なおこの場合には、作用面領域の両端部からも磁力線を透過さ

せる必要上、補助磁極9をキャビティ1内に挿入する必要がある。できた製品は長手方向に開口部を有することになる。

【0020】以上、図7、8では、横断面における磁粉粒子が単純集束配向又は両端部側面集束配向になる場合について説明したが、長手方向断面が図1(ロ)、

(ハ)に示したような集束配向になるものであれば、横断面における磁粉粒子の配向は上記の場合だけに限るものではなく、図1(a)、(b)に示したようないわゆるアキシアル型配向又はラジアル型配向であっても良い。アキシアル型配向又はラジアル型配向の円筒状磁石を製造する場合に用いて好適な磁気回路装置を、図9(a)、(b)にそれぞれ示す。

【0021】なお、主極3、中間磁極4、対極5、ヨーク7及び補助磁極8、9としては、S55C、S50C、S40C等の炭素鋼、SKD11、SKD61等のダイス鋼及びパメンジュール、純鉄等の強磁性体が使用され、一方ダイ2としては、ステンレス鋼、銅ベリリウム合金、ハイマンガン鋼、青銅、真ちゅう及び非磁性超鋼N-7等の非磁性体が用いられる。また磁場中成形方法としては、磁場配向射出成形、磁場配向圧縮成形及び磁場配向RIM成形などが適当である。とくに図1(c)、(d)と図1(イ)との組合せの場合には、押し出し成形でも対応できる。さらに希土類磁粉を用いる場合には、予め又はキャビティ内に導入した直後に、パルス状の高磁場をかけ、磁気モーメントを揃える前処理を施すことが望ましい。

【0022】

【実施例】図5～10に示した磁気回路を装着した磁場配向成形金型を用いて、横断面及び長手方向断面における磁粉粒子の配向がそれぞれ、図11(a)、(b)、

(c)、(d)及び同図(イ)、(ロ)に示すような配向になる円筒状磁石を、以下の条件で製作した。ここに横断面における作用面角度(θ_1)はいずれも120°とした。一方磁粉粒子の集束角度については、図11(c)に示したような横断面における集束角度(X)は170°、また同図(ロ)に示したような長手方向断面における集束角度(Y)は80°とした。さらに両端部側面集束配向させた場合の横断面における側面集束率 $[Z_a = (\theta_1 - \theta_2) / \theta_1 \times 100]$ については50%、また長手方向断面における側面集束率 $[Z_b = (a - b) / a \times 100]$ については20%とした。

【0023】なおモータートルクの測定は、この発明磁石については図3又は図4に、一方従来磁石については図2に示したようにセットして行った。この時ローター

としては、図12に示したように、磁極数が3極でかつ磁極角度が60°のものを使用し、磁極幅は磁石幅の70%とした。

【0024】

・原料

磁粉A：フェライト磁粉（平均粒径1.5 μ mのマグネトプランバイト系ストロンチウム系フェライト）

磁粉B：サマリウム-コバルト磁粉（2-17系；平均粒径15 μ m）

10 【0025】

・配合

配合A（プラマグ配合）

磁粉 : 63 vol%

ポリアミド12 : 36 vol%

アミノシランA-1100 : 1 vol%

配合B（焼結配向）

磁粉 : 50wt%

水 : 50wt%

20 【0026】

・成形方法A：プラマグ射出成形条件

使用ペレット配合 : 配合A

成形機 : コイル内蔵式磁場配向射出成形機

射出シリンダー温度 : 300 °C

金型温度 : 100 °C

射出圧力 : 1500kg/cm²

励磁時間 : 15秒

冷却時間 : 20秒

射出サイクル : 40秒

・成形方法B：焼結磁石作成条件

30 使用スラリー : 配合B

成形機 : コイル搭載式磁場配向圧縮成形機

水抜き方法 : インジェクション方式

励磁方向 : 縦磁場

成形温度 : 20°C

焼成温度 : 1250°C

【0027】

・ホール素子 : 70 μ m角のガリウム-ヒ素使用

・ガウスメーター : ガウスメーター使用

40 【0028】

かくして得られた2極円筒状磁石の有効作用面における表面磁束密度及びモーターディテントトルクについて測定した結果を、表1、2、3に整理して示す。

【0029】

【表1】

	比較例 1	適合例 1	適合例 2	比較例 2	適合例 3	適合例 4
磁粉 配金 成形方法 型 得られるた磁石の配向タイプ 横方向断面 長手方向断面 横方向断面 長手方向断面	A A A 図 9 (b) 図 9 (a)	A A A 図 9 (b) 図 5	A A A 図 9 (b) 図 6	A A A 図 10 (b) 図 10 (a)	A A A 図 10 (b) 省略	A A A 図 10 (b) 省略
表面磁束密度 (G) モーターデイトルク	500 基準	580 1.20	590 1.20	550 1.10	640 1.25	650 1.30
	適合例 5	適合例 6	適合例 7	適合例 8	適合例 9	適合例 10
磁粉 配金 成形方法 型 得られるた磁石の配向タイプ 横方向断面 長手方向断面 横方向断面 長手方向断面	A A A 図 7 図 9 (a)	A A A 図 7 図 5	A A A 図 7 図 6	A A A 図 8 図 9 (a)	A A A 図 8 図 5	A A A 図 8 図 6
表面磁束密度 (G) モーターデイトルク	710 1.41	810 1.60	790 1.55	720 1.60	830 1.80	810 1.70

* モーターデイトルクは、比較例 1 の値を基準とし、その相対比で示す。

磁 配 成 形 方 法 金 得 ら れ る た 磁 石 の 配 向 断 面	比較例 3	適合例 11	適合例 12	比較例 4	適合例 13	適合例 14
	B A A 図 9 (b) 図 9 (a) 図 11 (a) 図 11 (イ)	B A A 図 9 (b) 図 5 図 11 (a) 図 11 (ロ)	B A A 図 9 (b) 図 6 図 11 (a) 図 11 (ハ)	B A A 図 10 (b) 図 10 (a) 図 11 (b) 図 11 (イ)	B A A 図 10 (b) 省略 図 11 (b) 図 11 (ロ)	B A A 図 10 (b) 省略 図 11 (b) 図 11 (ハ)
表面磁束密度 (G) モーターディテントトルク	1000 基準	1150 1.15	1180 1.18	1150 1.15	1250 1.25	1350 1.35
磁 配 成 形 方 法 金 得 ら れ る た 磁 石 の 配 向 断 面	適合例 15	適合例 16	適合例 17	適合例 18	適合例 19	適合例 20
	B A A 図 7 図 9 (a) 図 11 (c) 図 11 (イ)	B A A 図 7 図 5 図 11 (c) 図 11 (ロ)	B A A 図 7 図 6 図 11 (c) 図 11 (ハ)	B A A 図 8 図 9 (a) 図 11 (d) 図 11 (イ)	B A A 図 8 図 5 図 11 (d) 図 11 (ロ)	B A A 図 8 図 6 図 11 (d) 図 11 (ハ)
表面磁束密度 (G) モーターディテントトルク	1450 1.40	1650 1.60	1550 1.55	1460 1.60	1670 1.80	1650 1.70

* モーターディテントトルクは、比較例 3 の値を基準とし、その相対比で示す。

	比較例 5	適合例 21	適合例 22	比較例 6	適合例 23	適合例 24
磁粉合金 成形方法 得られるた磁石の配向タイプ 横方向断面 長手方向断面 横方向断面 長手方向断面	A B B 図 9 (b) 図 9 (a) 図 11 (a) 図 11 (イ)	A B B 図 9 (b) 図 5 図 11 (a) 図 11 (ロ)	A B B 図 9 (b) 図 6 図 11 (a) 図 11 (ハ)	A B B 図 10 (b) 図 10 (a) 図 11 (b) 図 11 (イ)	A B B 図 10 (b) 省略 図 11 (b) 図 11 (ロ)	A B B 図 10 (b) 省略 図 11 (b) 図 11 (ハ)
表面磁束密度 (G) モーターディテントトルク	680 基準	780 1.15	810 1.20	750 1.10	860 1.25	900 1.30
	適合例 25	適合例 26	適合例 27	適合例 28	適合例 29	適合例 30
磁粉合金 成形方法 得られるた磁石の配向タイプ 横方向断面 長手方向断面 横方向断面 長手方向断面	A B B 図 7 図 9 (a) 図 11 (c) 図 11 (イ)	A B B 図 7 図 5 図 11 (c) 図 11 (ロ)	A B B 図 7 図 6 図 11 (c) 図 11 (ハ)	A B B 図 8 図 9 (a) 図 11 (d) 図 11 (イ)	A B B 図 8 図 5 図 11 (d) 図 11 (ロ)	A B B 図 8 図 6 図 11 (d) 図 11 (ハ)
表面磁束密度 (G) モーターディテントトルク	990 1.45	1120 1.65	1100 1.62	1010 1.50	1160 1.70	1150 1.65

* モーターディテントトルクは、比較例 5 の値を基準とし、その相対比で示す。

【0032】同表より明らかなように、この発明に従う磁場配向成形金型の磁気回路装置を用いて、円筒状磁石中の磁粉粒子を所望の領域に集束集束させることにより、有効作用面における表面磁界を大幅に向上させることができ、それに伴いモータートルクも改善されている。

【0033】

【発明の効果】かくしてこの発明によれば、円筒状磁石材料中の磁粉粒子を内側作用面の中央域に効果的に集束配向させることができ、ひいては着磁後の永久磁石の有効作用面における表面磁界及びモータートルクを従来よ

りも格段に向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】円筒状磁石の横断面及び長手方向断面における磁粉粒子の磁化容易軸の配向状態を示した図である。

【図 2】従来の円筒状磁石を組み込んだモーターの断面図である。

【図 3】この発明に従う円筒状磁石を組み込んだモーターの断面図である。

【図 4】この発明に従う別の円筒状磁石を組み込んだモーターの断面図である。

【図 5】長手方向断面が単純集束配向になる円筒状磁石

の製造に用いて好適な磁気回路装置をそなえる磁場配向成形金型の模式図である。

【図6】長手方向断面が両端部側面集束配向になる円筒状磁石の製造に用いて好適な磁気回路装置をそなえる磁場配向成形金型の模式図である。

【図7】横断面が単純集束配向になる円筒状磁石の製造に用いて好適な磁気回路装置をそなえる磁場配向成形金型の模式図である。

【図8】横断面が両端部側面集束配向になる円筒状磁石の製造に用いて好適な磁気回路装置をそなえる磁場配向成形金型の模式図である。

【図9】従来のアキシアル型配向になる円筒状磁石の製造に用いる磁気回路装置をそなえる磁場配向成形金型の模式図である。

【図10】従来のラジアル型配向になる円筒状磁石の製造に用いる磁気回路装置をそなえる磁場配向成形金型の模式図である。

【図11】実施例で作製した円筒状磁石の寸法及び磁粉粒子の磁化容易軸の配向状態を示した図である。

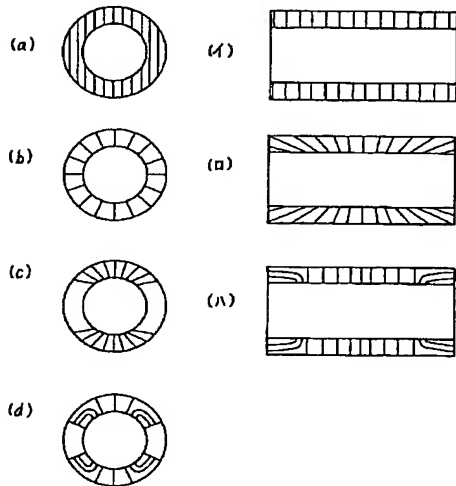
【図12】モータートルク測定用モーターの模式図であ

る。

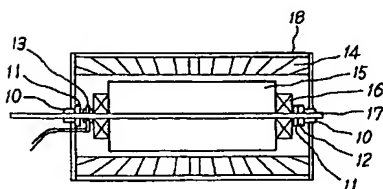
【符号の説明】

- 1 キャビティ
- 2 ダイ
- 3 主極
- 4 中間磁極
- 5 対極
- 6 ヨーク
- 7 励磁コイル
- 8 補助磁極
- 9 補助磁極
- 10 軸受け
- 11 ワッシャー
- 12 板ばね
- 13 ブラシ
- 14 円筒状磁石
- 15 ローター磁極
- 16 ローター励磁コイル
- 17 シャフト
- 20 18 強磁性体ケース

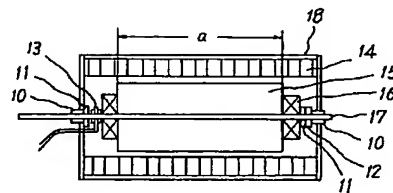
【図1】



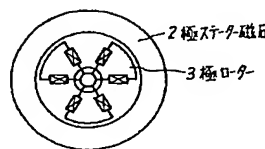
【図3】



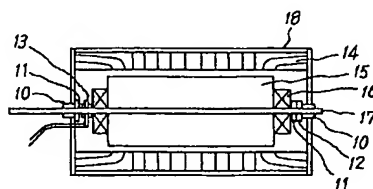
【図2】



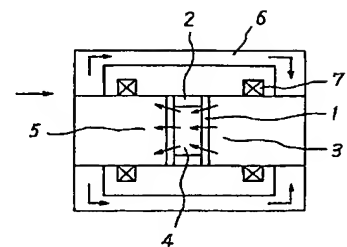
【図12】



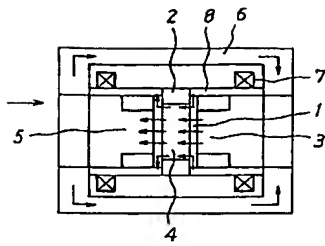
【図4】



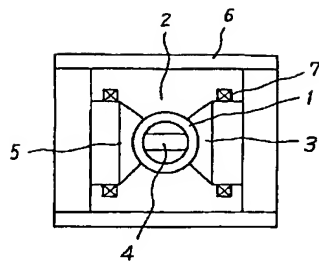
【図5】



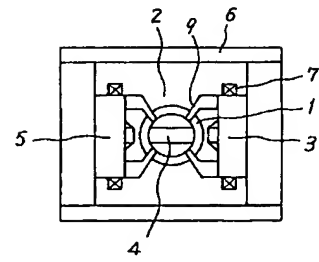
【図6】



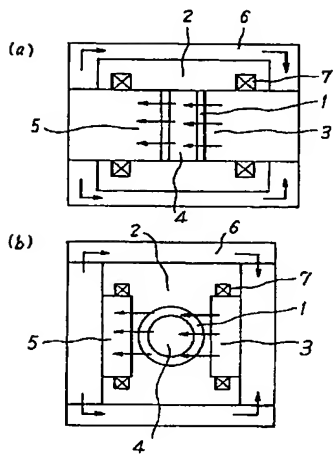
【図7】



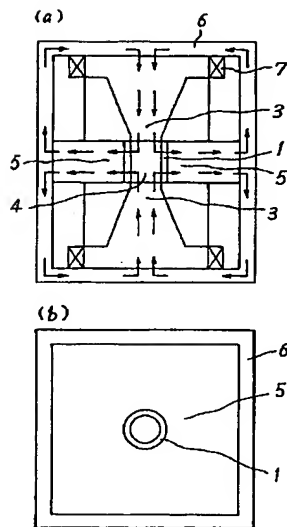
【図8】



【図9】



【図10】



【図11】

